

N-011

IoT デバイスの活用による教室環境と授業集中度の評価に関する研究 Research on evaluation of classroom environment and class concentration using IoT devices

藤原巧未[†] 長尾和彦[†]
Takumi Fujiwara Kazuhiko Nagao

1. はじめに

近年、児童生徒の集中力の低下が問題視されている。学校においても、授業中の集中力低下や居眠りなどが問題視されることが多い。我々は、教室の環境と集中力に関係があると考え、環境測定器（温度、湿度、CO₂濃度）を開発し、2019年1月に測定を行い、居眠りとの比較を行った[1]。その結果、温度とCO₂濃度と相関が高いことが確認された。本研究では、春季から夏季にかけて計測を行い、環境変化についての比較を行う。

2. 理論

文部科学省による学校環境衛生基準[2]において、教室内のCO₂濃度は1,500ppm以下であることが望ましいとされている。しかし、「教室」という一定の空間内に多数の人がいる場合、CO₂濃度が1,500ppmを上回るとは珍しくない。また、空気中のCO₂濃度が2,000ppmを上回ると眠気を誘発するとの報告もある[3]。このことから、学生の集中力には教室環境が関係すると思われる。

教室の環境を計測する上で、環境測定器の開発を行った。教室内の環境は、温度、湿度、CO₂濃度を計測し、それぞれ、NTCサーミスタ、SHT31使用センサモジュール、MH-Z19を使用し、Arduino UNOに接続した。開発した環境測定器を図1に示す。

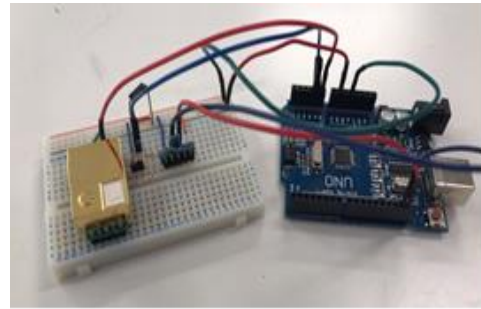


図1 環境測定器

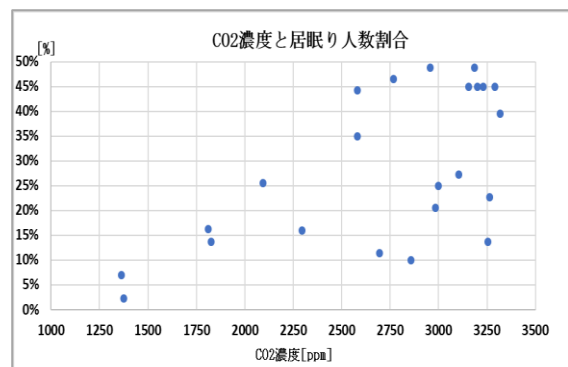


図2 CO₂濃度と居眠り人数割合の散布図

3. 冬季計測実験

弓削商船高等専門学校情報工学科を対象とし、2019年1月に授業中における教室環境と学生の居眠りに関して計測実験を行った。計測条件として、測定器は、教室後部ロッカーの上（足元から約1m）に設置する。また、授業中の換気行為は行わないものとし、教室環境の計測は1分に1回とする。

計測の結果、学生の居眠りには、教室内の温度とCO₂濃度が関係することが明らかになった（図2）。相関係数を求めたところ、それぞれ0.673、0.611と正の相関があることが示された。換気行為を行わなかったところ、1回の授業においてCO₂濃度は授業開始から30分以内に基準値である1,500ppmを上回り、授業終了時には3,000ppmを上回ることが確認された（図3）。また、ある教室では、CO₂濃度が5,000ppmに達していることが確認された。この数値は、作業環境下での限界値とされている。この結果から、授業中の換気行為は必要であることが読み取れる。

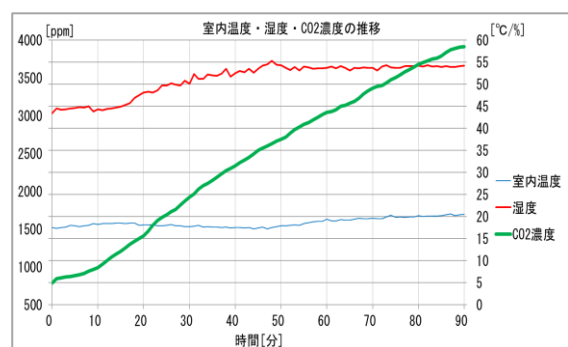


図3 冬季における授業中の教室環境の推移

[†] 弓削商船高等専門学校 National Institute of Technology,
Yuge College

4. 春季計測実験

冬季計測実験と同教室を使用し、2019年5月に春季における教室環境の計測実験を行った。

冬季計測実験より、CO₂濃度は授業開始から短時間に基準値である 1,500ppm を超えることが確認された。このことから授業中の換気行為は必要であることが明らかになったため、春季の計測条件に以下の2つの条件を追加した。

- ・授業開始から40分後に5分間の換気行為を行うこと
- ・授業間の休憩時間に5分間の換気を行うこと

計測結果を図4に示す。図4より、CO₂濃度は、授業開始から終了時まで2,000ppmに達することはないことが確認された。また、湿度は授業開始時から終了時まで低下していることが確認され、室内温度は授業開始時から終了時まで緩やかに上昇していることが確認された。

5. 計測結果

5.1 冬季と春季の教室環境の比較

冬季と春季の環境変化の比較を行ったところ、冬季の教室は、授業開始時から湿度が上昇し、一定に保たれ、温度は常にほぼ一定に保たれていることが確認された。一方、春季の教室は、湿度は授業開始時から緩やかに減少していることが確認され、温度は緩やかに上昇していることが確認された。変化量を見たところ、冬季は、授業開始時から終了時まで温度は約3℃、湿度は約9%の上昇が確認された。春季は、温度は約4℃の上昇、湿度は約5%の減少が確認された。

5.2 換気行為によるCO₂濃度の推移

図5に換気行為によるCO₂濃度の推移を示す。図5より、授業開始時のCO₂濃度は1,000ppm以下であり授業終了時まで基準値である1,500ppmを上回ることがないことが確認された。授業開始時から40分後に5分間の換気を行ったところ、CO₂濃度は1,400ppm程度から850ppm程度と約500ppmの減少が確認され、授業開始時とほぼ同様の数値まで減少していることがみられた。また、換気前と換気後のCO₂濃度の上昇の仕方は同様であることがみられた。このことから、換気行為を定期的に行うことでCO₂濃度を基準値以下に抑えることが可能であると推察する。今後、追加実験として、教室の広さ、人数によるCO₂濃度の推移を計測し、適切な換気行為を行う時間帯、頻度、換気を行う時間の算出を行う。また、教室内に植物を配置した場合のCO₂濃度変化の計測を行い、換気をした場合との比較を行う。

6. まとめ

今回の実験では、春季における教室環境の計測を行い、冬季の計測結果との比較を行った。その結果、春季の教室環境は冬季に比べ、大きな差はないが、湿度が授業開始時から減少するということが明らかになった。また、授業中に換気を行うことの必要性が確認された。

今後、各教室環境のモニタリングを行うための環境を構築する予定である。現在、raspberry pi zero WHで測定器(図6)を開発しており、SSH通信でのデータ取得を実現している。また、弓削商船高等専門学校では7月1日より教室内の空調が運用されるため、夏季の教室環境の計測を行っていく。

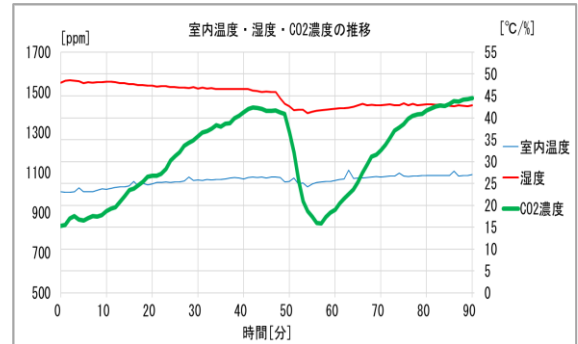


図4 春季における授業中の教室環境の推移

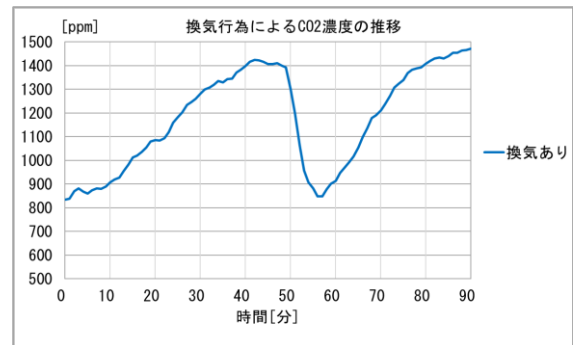


図5 換気行為によるCO₂濃度の推移

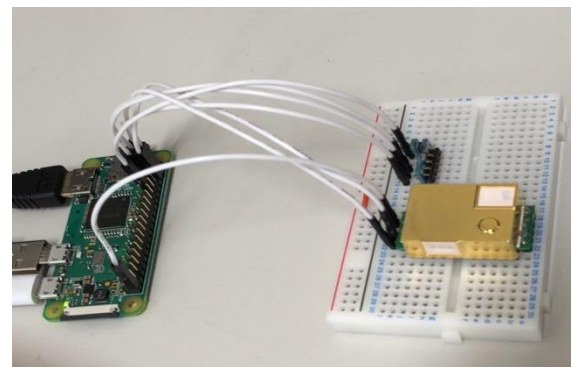


図6 raspberry pi zero WHを使用した環境測定器

参考文献

- [1] 藤原巧未, 授業中に居眠りする学生の割合とCO₂濃度の比較, 情報処理学会第81回全国大会, 学習行動分析, 2019年3月16日
- [2] 文部科学省, 学校環境衛生基準(平成30年文部科学省告示第六十号), 2018年3月31日
- [3] リエロ・ジャパン, COとCO₂濃度の人体への危険度に関して, 2015年3月23日